

타임슬롯 구조를 가지는 무선 네트워크에서의 QoS 스케줄링 알고리즘 분석

[3-13]

연규정, 전선도, 이장연, 이현석, 원윤재, 권대길, Török Attila, Vajda Lóránt

전자부품연구원

{kjoyou, jsd, jylee136, hslee75, yjwon, tgkwon, torok, vajda}@keti.re.kr

Investigation on QoS scheduling algorithm for wireless network with time-slotted structure

Youn Kyu-Jung, June Sun-Do, Lee Jang-Yeon, Lee Hyeon-Seok, Won Yun-Jae,
Kwon Tai-Gil, Török Attila, Vajda Lóránt
Korea Electronics Technology Institute

요약

본 논문은 타임슬롯 구조를 가지는 무선네트워크에서의 QoS 스케줄링 알고리즘들의 특성을 조사하고, 향상된 스케줄링 알고리즘들을 제안하고 있다. 제안된 알고리즘들의 설계목표는 높은 성능과 안정성을 동시에 제공하는 것이다. 성능평가를 위해 다양한 종류의 트래픽에서 포괄적인 성능분석을 하였으며, 분석결과 제안된 알고리즘이 기존의 알고리즘보다 우월한 성능을 가졌음을 알 수 있었다.

요약어: 무선네트워크, QoS 스케줄링, MAC

1. 서론

스케줄링 알고리즘은 데이터 네트워크에서 서비스 품질(Quality of Service: QoS)을 보장하기 위하여 사용되며, 그러기 위해서는 다음의 요소들을 만족시켜야 한다.

- 대역폭 배분의 공정성
- 정해진 종단간 지연시간
- 네트워크 자원의 효율적 사용

네트워크 자원을 효율적으로 활용하기 위해서는 스케줄러가 플로우 상태들에 대한 정보들을 알고있어야 한다. 하지만, 일반적으로 한 노드의 스케줄러는 다른 노드들의 내부상태 정보(예를 들어, 큐길이, 데이터 생성속도)에 대해 직접 접근할 수 없다. 그러므로, 스케줄러의 성능은 얼마나 빨리 정확하게 이들 정보들을 입수하는 하는가에 의해 크게 좌우된다. 이 문제에 대해 무선 ATM 네트워크에서 사용하는 해결방법은 내부 상태 정보를 데이터 패킷에 덧붙이는(piggybacking) 것이다.(즉 데이터 패킷에 데이터 뿐 아니라 큐 길이정보와 내부 상태 정보가 포함되어 있다.) 이 방법은 때로는 내부 정보를 정해진 시간 안에 보내기 위해 과도한 패킷을 발생시키는 문제점을 가지고 있다. 그런 문제를 해결하기 위해서 우리는 [1]에서 제안된 piggybacking 알고리즘을 사용하였다.

현재 사용되는 알고리즘들은 대체로 큐 길이와 패킷의 deadline 정보가 piggybacking 되어 스케줄러에 전송된다. 내부정보들은 매 패킷의 MAC 헤더에 포함되어 전송되고, 이는 상당한 부하를 야기하게 된다. 그런 부하를 피하기 위해서 우리는 특별한 제어(CNTL) 패킷을 사용한다. CNTL 패킷은 노드의 내부 상태 정보들을 가지고 있으며, 필요할 때만 스케줄러가 위치한 Piconet Controller(PNC) 노드로 보내지게 된다. 선의 알고리즘과 우리의 알고리즘의 또 하나의 차이는 스케줄링 제한시간을 나타내는 방법이다. 우리는 deadline 을 부동 소수점(floating number) 대신 버스트가 발생한 시점으로부터의 슈퍼프레임수로 나타냄으로써 그 길이를 크게 줄였다. 전송하는 CNTL 패킷은 다음과 같은 정보들을 포함하고 있다.

- **스케줄링 제한시간:** 스케줄링이 이루어져야 하는 제한시간 (패킷이 발생한 시점으로부터의 슈퍼프레임의 수로 나타냄)
- **패킷의 수:** 버스트에서 같은 스케줄링 제한시간을 가지는 패킷의 수
- **큐 길이:** 각 플로우의 큐 길이

이제 남은 것은 CNTL 패킷이 PNC 로 전송되는 시각을 정하는 것이다. 데이터 패킷에 내부 정보가 piggybacking 되어 있더라도 플로우의 on-off 특성에 의해 관련 정보들이 데이터 패킷의 형태로 전송될 필요가 있다. 버스트와 버스트사이에는 상당 시간의 간격이 존재하고, 스케줄러는 노드에 버스트가 있을 때 해당 노드에 대한 시간 슬롯을 할당한다. 그러므로, 스케줄러가 piggybacking 된 내부 정보에만 의지한다면, 이전 버스트의 데이터 패킷에 관련 정보가 piggybacking 되지 않은 버스트에 대해서는 스케줄러가 그 존재를 인지할 방법이 없어진다. 그러므로, 새로운 버스트가 생겼을 때 이를 PNC 에 알릴 수 있는 경쟁기반의 신호방법이 존재하여야 한다.

우리의 알고리즘에서는 PNC 와 노드와의 트래픽이 진해있을 때 CNTL 패킷을 위한 시간슬롯을 미리 할당해놓게 된다. 경쟁기반의 신호방법은 네트워크에 부하가 많이 걸릴때는 심각한 지연시간을 초래하게되고, 이는 QoS 성능에 심각한 악영향을 미치게 된다.

1.1. PNC에서의 예측 알고리즘

우리의 스케줄러는 플로우의 첫 버스트의 스케줄링 제한시간까지의 남은 시간을 기반으로 플로우를 선택한다. 두 번째 선택기준은 버스트의 길이이다. 남은 시간이 같은 플로우가 둘 이상 있으면, 짧은 플로우가 스케줄링을 위해 먼저 선택된다. 부하가 많이 걸리는 네트워크의 경우에는 가장 급한 플로우를 먼저 처리하고, 여유가 있는 것을 나중에 처리함으로써 네트워크 자원 사용효율을 최적화할 수 있다.

이런 정책은 부하가 많이 걸리는 네트워크 상화에서는 일부 플로우의 경우는 스케줄링 제한시간을